

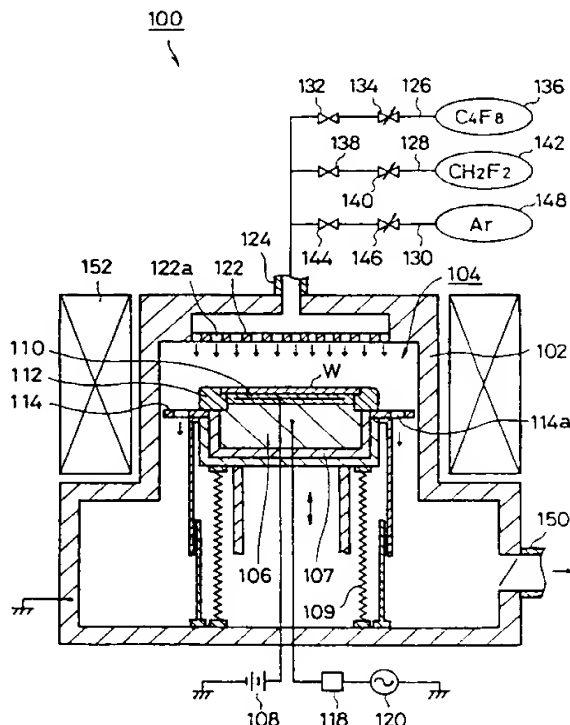
(51) 国際特許分類 H01L 21/3065	A1	(11) 国際公開番号 WO99/62111  (43) 国際公開日 1999年12月2日(02.12.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/02578  (22) 国際出願日 1999年5月18日(18.05.99)  (30) 優先権データ 特願平10/158436 1998年5月22日(22.05.98) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP] 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP)  (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 伊藤洋文(ITO, Youbun)[JP/JP] 〒182-0034 東京都調布市下石原2-54-1 石坂コーポ410 Tokyo, (JP) 山田暢浩(YAMADA, Masahiro)[JP/JP] 〒214-0012 神奈川県川崎市多摩区中野島6-7-10 イーグルハウス202 Kanagawa, (JP) 稲沢剛一郎(INAZAWA, Kouichiro)[JP/JP] 〒156-0055 東京都世田谷区船橋5-33-7-505 Tokyo, (JP)	(74) 代理人 亀谷美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.) 〒162-0065 東京都新宿区住吉町1-12 新宿曙橋ビル Tokyo, (JP)  (81) 指定国 KR, US  添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: ETCHING METHOD

(54) 発明の名称 エッチング方法

## (57) Abstract

A lower electrode (106) having a mounting surface the temperature of which is kept at 40 °C is provided in a processing chamber (104) of an etching apparatus (100). After a wafer (W) is mounted on the lower electrode (106), a processing gas having a composition containing C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, and Ar is introduced into the processing chamber (104). The flow rates of the gases are 7, 4, and 500 sccm respectively, and the pressure of the atmosphere inside the processing chamber (104) is maintained at 50 mTorr. High-frequency power having a frequency of 13.56 MHz and an electric power of 1500 W is fed to the lower electrode (106) to produce a plasma. By using the plasma, a carbon film is formed on a shoulder part (207) of an SiN<sub>x</sub> film layer (206) exposed in a contact hole (210), and deposition of carbon on the bottom of the contact hole (210) is prevented. Thus, while preventing the SiN<sub>x</sub> film layer from being damaged, the contact hole (210) having a high aspect ratio is formed.



## (57)要約

エッチング装置 100 の処理室 104 内には、載置面の温度が 40 (°C) に設定された下部電極 106 が配置される。下部電極 106 上にウェハ W を載置した後、処理室 104 内にガス組成及びガス流量が  $C_4F_8 : CH_2F_2 : Ar = 7 : 4 : 500$  (sccm) の処理ガスを導入し、処理室 104 内を 50 (mTorr) の圧力雰囲気中に維持する。下部電極 106 に対して 13.56 (MHz) で 1500 (W) の高周波電力を印加し、プラズマを生成する。該プラズマにより、コンタクトホール 210 内に露出する  $SiN_x$  膜層 206 の肩部 207 にカーボン膜を形成すると共に、コンタクトホール 210 の底部へのカーボンの堆積を防止し、 $SiN_x$  膜層の損傷を防止しながら高アスペクト比のコンタクトホール 210 を形成することができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SJ	スロヴァーニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	NE	ネジエール	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NL	オランダ	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NO	ノルウェー	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NZ	ニュージーランド	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
DK	デンマーク	KR	韓国				

PCT

## 国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]

REC'D 07 JUL 2000

WIPO

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 PCT99002TEL	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 99/02578	国際出願日 (日.月.年) 18.05.99	優先日 (日.月.年) 22.05.98
国際特許分類 (IPC) Int. Cl <sup>7</sup> H01L 21/3065		
出願人 (氏名又は名称) 東京エレクトロン株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で 8 ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 28.09.99	国際予備審査報告を作成した日 20.06.00		
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員)  今 井 淳 一 印	4 R	9 0 5 5
電話番号 03-3581-1101 内線 6376			



## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に  
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1, 3, 8-30 ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書 第 2, 4, 4/1, 5, 6, 7 ページ、 09.03.00 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 2, 3, 9 項、 出願時に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT 19条の規定に基づき補正されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 請求の範囲 第 8 項、 09.03.00 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1/10-10/10 ページ/図、 出願時に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☒ 請求の範囲 第 1, 4, 5, 6, 7 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

- 5.

☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)



## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	2, 3, 8, 9	有
	請求の範囲		無
進歩性(IS)	請求の範囲	2, 3, 8, 9	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	2, 3, 8, 9	有
	請求の範囲		無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

## 国際調査報告書に掲げられた

J P, 06-252107, A(ソニー株式会社)

J P, 06-267907, A(ソニー株式会社)

J P, 08-236473, A(日本電気株式会社)

J P, 09- 36087, A(ソニー株式会社)

いずれの文献にも「SiNX膜層上のSiO<sub>2</sub>膜をC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>とCOとを含んだガスによってエッチングする際に、SiNX膜層が露出する直前に、処理ガスとしC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>とCH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>とを含む混合ガスに切り替え、SiO<sub>2</sub>膜層をエッチングする工程」が記載されておらず、請求の範囲第2, 3, 8, 9項に記載された発明についてその新規性、進歩性を否定する根拠は認められない





混合状態も表すものとする。

- 上記セルフアラインコンタクト技術を用いて、半導体基板上に形成されたゲートを覆う $\text{SiO}_2$ 膜（絶縁膜）層にコンタクトホールを形成する場合には、 $\text{SiN}_x$ 膜層に対する $\text{SiO}_2$ 膜層の選択比を
- 5 向上させるために、処理ガスとして、例えば $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスが広く使用されている。すなわち、当該処理ガスを採用すれば、該処理ガスを構成する $\text{C}_4\text{F}_8$ が従来の $\text{CF}_4$ や $\text{C}_2\text{F}_6$ などよりも相対的に多くの炭素原子を含んでいるため、コンタクトホールの内壁面に保護膜となるカーボン膜を容易に形成することができる。
- 10 さらに、上記処理ガスには、 $\text{CO}$ が添加されているため、上記カーボン膜を一層容易に形成することができる。その結果、上記カーボン膜によって被覆された $\text{SiN}_x$ 膜層に、エッチングイオンであるフッ素ラジカルが接触し難くなるため、 $\text{SiN}_x$ 膜層に対する $\text{SiO}_2$ 膜層の選択比を向上させることができる。
- 15 しかしながら、上記 $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスを用いてコンタクトホールを形成すると、上述の如くコンタクトホールの内壁面に形成されたカーボン膜により、 $\text{SiN}_x$ 膜層に対する $\text{SiO}_2$ 膜層の選択比を向上させることができる反面、そのカーボンがコンタクトホールの底部にも堆積する。その結果、コンタクトホールの底部に
- 20 堆積したカーボンによってフッ素ラジカルが該底部に到達し難くなるため、コンタクトホールが所定の深さ以上に削れ難くなり、いわゆる抜け性の低下や、エッチングストップが生じる。

さらに、最近、ゲート間の狭小空間に高アスペクト比のコンタクトホールを形成することが技術的要求項目の1つとして挙げられて



に露出する  $\text{SiN}_x$  膜層の肩部にカーボン膜（保護膜）を形成して  $\text{SiN}_x$  膜層に対する  $\text{SiO}_2$  膜層の選択比の向上を図ると共に、コンタクトホール底部へのカーボンの堆積を抑制して、高アスペクト比のコンタクトホールを形成することが可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

また、本発明の第2の目的は、 $\text{SiN}_x$  膜の肩部が損傷する原因の1つとなる過剰なエッチングを不要とし、ゲートの絶縁不良や絶縁破壊の発生を防止して歩留りを向上させることが可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

#### 10 発明の開示

上記課題を解決するため、本発明によれば、気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、処理室内に配置された被処理体に形成された  $\text{SiN}_x$  膜層を覆う  $\text{SiO}_2$  膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において、処理ガスとして少なくとも  $\text{C}_4\text{F}_8$  と  $\text{CO}$  を含む混合ガスを使用して、 $\text{SiO}_2$  膜層をエッチングする第1の工程と、 $\text{SiN}_x$  膜層が露出する前後、例えば直前または直後に、処理ガスとして少なくとも  $\text{C}_4\text{F}_8$  と  $\text{CH}_2\text{F}_2$  を含む混合ガスに切り替えて、 $\text{SiO}_2$  膜層をエッチングする第2の工程とを含むことを特徴とするエッチング方法が提供される。

20 かかる構成によれば、 $\text{CH}_2\text{F}_2$  を処理ガスの構成ガスとして採用したため、処理時には、 $\text{C}_4\text{F}_8$  から生じるフッ素ラジカルのみならず、 $\text{CH}_2\text{F}_2$  からフッ素ラジカルを生じさせることができるため、フッ素ラジカルの生成量を増加させることができる。その結果、高アスペクト比のコンタクトホールを形成する場合でも、フッ素ラジ



カルをコンタクトホール底部に確実に到達させることができるため、コンタクトホール底部に堆積するカーボンを除去しながら該底部をエッチングすることができ、所定深さ



のコンタクトホールを容易に形成することができる。

また、コンタクトホールの底部を確実にエッチングすることができるため、被処理体にオーバーエッチングする必要がなく、コンタクトホール内に露出する  $\text{SiN}_x$  膜層、特にその肩部の損傷を防止  
5 することができる。その結果、 $\text{SiN}_x$  膜層で保護されているゲートを覆う絶縁膜層やゲート自体がコンタクトホール内に露出することがなく、ゲートの絶縁不良や絶縁破壊の発生を防止することができるため、歩留りを向上させることができる。さらに、所定のエッチングレート  
10 を維持したままコンタクトホールの底部をエッチングすることができるため、エッチング処理時間を短縮させることができ、スループットも向上させることができる。

また、処理ガスを構成する  $\text{CH}_2\text{F}_2$  は、炭素原子を含んでいるため、 $\text{CO}$  と同様に、コンタクトホールの内壁面に保護膜となるカーボン膜を確実に形成することができる。その結果、コンタクトホー  
15 ルの内壁面がエッチングされ難くなるため、いわゆるボーイング形状のコンタクトホールが形成されることを防止することができる。さらに、コンタクトホール内に露出する  $\text{SiN}_x$  膜層、特に  $\text{SiN}_x$  膜層の肩部もカーボン膜で被覆することができるため、該肩部がエッチングされ、損傷することを防止できる。また、この様に、いわ  
20 ゆるカーボンリッチな雰囲気の下で被処理体に処理を施しても、上述の如くフッ素ラジカルをコンタクトホールの底部にまで確実に到達させることができるため、コンタクトホールの底部にカーボンが堆積することがない。





また、少なくとも  $C_4F_8$  と  $CO$  を含む混合ガスを使用してエッチング処理を行うため、上記従来のエッチング方法と同様に高速であり、かつ、カーボンリッチな雰囲気下で被処理体に処理を施すことができる。その結果、コンタクトホールの内壁面に容易にカーボン  
5 膜が形成され、コンタクトホールのエッチング形状がボーイング状にならずに早くエッチングすることができる。

また、 $SiN_x$  膜層が露出する前後に、処理ガスを少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスに切り替えてエッチング処理を行うので、カーボンリッチ及びラジカルリッチな雰囲気下で被処理体に  
10 処理を施すことができる。その結果、コンタクトホールの底部に堆積したカーボンを除去することができるため、該底部を確実にエッチングすることができ、エッチングストップの発生を防止して、抜け性を向上させることができる。さらに、当該処理ガスを用いれば、 $SiN_x$  膜層の肩部にカーボン膜を付着させながら、コンタクトホ  
15 ールの底部へのカーボンの堆積を抑制することができるため、所定形状のコンタクトホールを形成することができる。



また、少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスに、さらに不活性ガスを添加したり、または少なくとも  $C_4F_8$  と  $CO$  を含む混合ガスに、さらに不活性ガスを添加すれば、エッチングレートなどの各種処理条件を容易に調整することができる。

5

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明を適用可能なエッチング装置を示す概略的な断面図である。

図 2 は、図 1 に示すエッチング装置で処理を施す半導体ウェハを説明するための概略的な断面図である。



## 請求の範囲

(1) (削除)

(2) 気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、前記処理室内に配置された被処理体に形成された $\text{SiN}_x$ 膜層を覆う $\text{SiO}_2$ 膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において：

5  $\text{SiO}_2$ 膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において：

前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスを使用し、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第1の工程と；

前記 $\text{SiN}_x$ 膜層が露出する直前に、前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を含む混合ガスに切り替え、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第2の工程と；

を含むことを特徴とする、エッチング方法。

(3) 気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、前記処理室内に配置された被処理体に形成された $\text{SiN}_x$ 膜層を覆う $\text{SiO}_2$ 膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において：

15 前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスを使用し、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第1の工程と；

前記 $\text{SiN}_x$ 膜層が露出した直後に、前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を含む混合ガスに切り替え、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第2の工程と；

20 を含むことを特徴とする、エッチング方法。



(4) (削除)

(5) (削除)

(6) (削除)

(7) (削除)

- 5 (8) (補正後) 前記少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスには、さらに不活性ガスが添加されることを特徴とする、請求項2または3に記載のエッチング方法。

(9) 前記少なくとも  $C_4F_8$  と  $CO$  を含む混合ガスには、さらに不活性ガスが添加されることを特徴とする、請求項2または3に







P C T

## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)  
[ P C T 1 8 条、P C T 規則43、44 ]

出願人又は代理人 の書類記号 P C T 99002 T E L	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0 ) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 9 9 / 0 2 5 7 8	国際出願日 (日.月.年) 1 8 . 0 5 . 9 9	優先日 (日.月.年) 2 2 . 0 5 . 9 8
出願人 (氏名又は名称) 東京エレクトロン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 ( P C T 1 8 条 ) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で  3  ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 ( P C T 規則38.2(b) ) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第  1  図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>8</sup> H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>8</sup> H01L21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1964-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1996年  
日本国登録実用新案公報 1994-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 06-252107, A (ソニー株式会社), 9.9月.1994 (09.09.94), (第15~51段落) & US, 5429710, A	1, 6
Y	J P, 08-236473, A (日本電気株式会社), 13.9月.1996 (13.09.96), (第24~79段落) & US, 5728595, A	1-4, 7-9
Y	J P, 06-318575, A (ソニー株式会社), 15.11月.1994 (15.11.94), (第20~56段落), (ファミリーなし)	2-5
Y	J P, 06-267907, A (ソニー株式会社), 22.9月.1994 (22.09.94), (第20~60段落), (ファミリーなし)	2-5
Y	J P, 08-330277, A (アネルバ株式会社), 13.12月.1996 (13.12.96), (第11~36段落), (ファミリーなし)	7, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.08.99

国際調査報告の発送日

17.08.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 淳一



4 R

9055

電話番号 03-3581-1101 内線 6758



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 09-36087, A (ソニー株式会社), 7.2月. 1997 (07.02.97), (第25~73段落), (ファミリーなし)	9



Translation

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PCT99002TEL	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/02578	International filing date (day/month/year) 18 May 1999 (18.05.99)	Priority date (day/month/year) 22 May 1998 (22.05.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/3065		
Applicant TOKYO ELECTRON LIMITED		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 8 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 28 September 1999 (28.09.99)	Date of completion of this report 20 June 2000 (20.06.2000)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.





## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/02578

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages 1.3.8-30, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 2.4.4/1.5.6.7, filed with the letter of 09 March 2000 (09.03.2000)
- ☒ the claims:  
pages 2.3.9, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 8, filed with the letter of 09 March 2000 (09.03.2000)
- ☒ the drawings:  
pages 1/10-10/10, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 1,4,5,6,7
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/02578

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability;  
citations and explanations supporting such statement**

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	2,3,8,9	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	2,3,8,9	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	2,3,8,9	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

## Documents cited in the ISR:

JP, 06-252107, A (SONY CORPORATION)

JP, 06-267907, A (SONY CORPORATION)

JP, 08-236473, A (NEC CORPORATION)

JP, 09-36087, A (SONY CORPORATION)

None of the documents discloses "when etching an SiO<sub>2</sub> film on an SiN<sub>x</sub> film layer using a gas containing C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> and CO, a process which switches to a mixed gas containing C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> and CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub> as the processing gas immediately before exposing the SiN<sub>x</sub> film layer and etches the SiN<sub>x</sub> film layer", so the inventions disclosed in claims 2, 3, 8, and 9 appear to involve novelty and an inventive step.



# PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

### INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Translation

Applicant's or agent's file reference <b>99-019PCT</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. <b>PCT/JP99/02577</b>	International filing date ( <i>day month year</i> ) <b>18 May 1999 (18.05.99)</b>	Priority date ( <i>day month year</i> ) <b>20 May 1998 (20.05.98)</b>
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC <b>H01L 21/52</b>		
Applicant <b>HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.</b>		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of _____ sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</li> <li>II <input type="checkbox"/> Priority</li> <li>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</li> <li>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</li> <li>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability, citations and explanations supporting such statement</li> <li>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</li> <li>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</li> <li>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</li> </ul>	

Date of submission of the demand <b>18 May 1999 (18.05.99)</b>	Date of completion of this report <b>05 October 1999 (05.10.1999)</b>
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/02577

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the claims:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.





# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/02577

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations



# PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

### NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:
Assistant Commissioner for Patents United States Patent and Trademark Office Box PCT Washington, D.C. 20231 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

Date of mailing: 02 December 1999 (02.12.99)	
International application No.: PCT/JP99/02578	Applicant's or agent's file reference: PCT99002TEL
International filing date: 18 May 1999 (18.05.99)	Priority date: 22 May 1998 (22.05.98)
Applicant: ITO, Youbun et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:  
28 September 1999 (28.09.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
\_\_\_\_\_

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date on which Rule 61.2(a) applied, with a time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized official

J. Zahra

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Telephone No.: (41-22) 338.83.38



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/02578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>o</sup> H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>o</sup> H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1964-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 06-252107, A (Sony Corp.), 9 September, 1994 (09. 09. 94), (Par. Nos. [0015] to [0051]) & US, 5429710, A	1, 6
Y	JP, 08-236473, A (NEC Corp.), 13 September, 1996 (13. 09. 96), (Par. Nos. [0024] to [0079]) & US, 5728595, A	1-4, 7-9
Y	JP, 06-318575, A (Sony Corp.), 15 November, 1994 (15. 11. 94), (Par. Nos. [0020] to [0056]) (Family: none)	2-5
Y	JP, 06-267907, A (Sony Corp.), 22 September, 1994 (22. 09. 94), (Par. Nos. [0020] to [0060]) (Family: none)	2-5
Y	JP, 08-330277, A (Anelva Corp.), 13 December, 1996 (13. 12. 96), (Par. Nos. [0011] to [0036]) (Family: none)	7, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
9 August, 1999 (09. 08. 99)

Date of mailing of the international search report  
17 August, 1999 (17. 08. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/02578

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 09-36087, A (Sony Corp.), 7 February, 1997 (07. 02. 97), (Par. Nos. [0025] to [0073]) (Family: none)	9





A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl.<sup>8</sup> H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl.<sup>8</sup> H01L21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1964-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1996年  
日本国登録実用新案公報 1994-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 06-252107, A (ソニー株式会社), 9.9月.1994 (09.09.94), (第15~51段落) & US, 5429710, A	1, 6
Y	JP, 08-236473, A (日本電気株式会社), 13.9月.1996 (13.09.96), (第24~79段落) & US, 5728595, A	1-4, 7-9
Y	JP, 06-318575, A (ソニー株式会社), 15.11月.1994 (15.11.94), (第20~56段落), (ファミリーなし)	2-5
Y	JP, 06-267907, A (ソニー株式会社), 22.9月.1994 (22.09.94), (第20~60段落), (ファミリーなし)	2-5
Y	JP, 08-330277, A (アネルバ株式会社), 13.12月.1996 (13.12.96), (第11~36段落), (ファミリーなし)	7, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.08.99

国際調査報告の発送日

17.08.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 淳一

三印

4R

9055

電話番号 03-3581-1101 内線 6758



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 09-36087, A (ソニー株式会社), 7.2月. 1997 (07.02.97), (第25~73段落), (ファミリーなし)	9



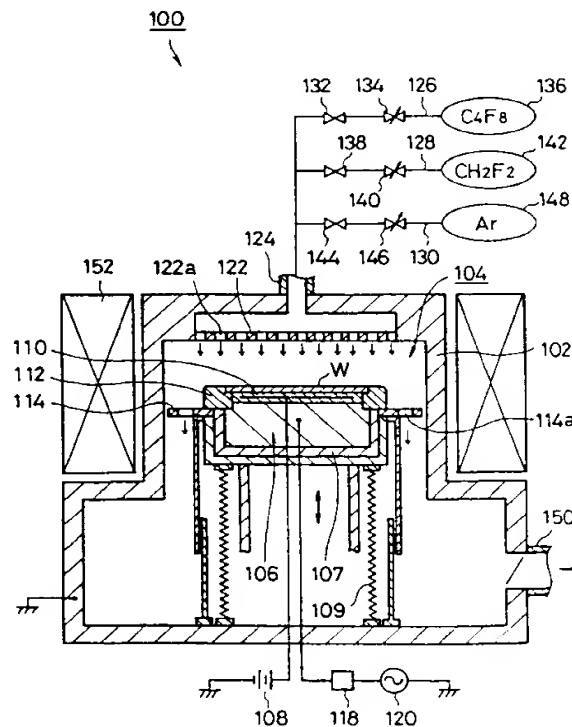
(51) 国際特許分類 H01L 21/3065	A1	(11) 国際公開番号 WO99/62111  (43) 国際公開日 1999年12月2日(02.12.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/02578  (22) 国際出願日 1999年5月18日(18.05.99)  (30) 優先権データ 特願平10/158436 1998年5月22日(22.05.98) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP] 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 伊藤洋文(ITO, Youbun)[JP/JP] 〒182-0034 東京都調布市下石原2-54-1 石坂コーポ410 Tokyo, (JP) 山田暢浩(YAMADA, Masahiro)[JP/JP] 〒214-0012 神奈川県川崎市多摩区中野島6-7-10 イーグルハウス202 Kanagawa, (JP) 稲沢剛一郎(INAZAWA, Kouichiro)[JP/JP] 〒156-0055 東京都世田谷区船橋5-33-7-505 Tokyo, (JP)	(74) 代理人 亀谷美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.) 〒162-0065 東京都新宿区住吉町1-12 新宿曙橋ビル Tokyo, (JP)  (81) 指定国 KR, US  添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: ETCHING METHOD

(54) 発明の名称 エッチング方法

## (57) Abstract

A lower electrode (106) having a mounting surface the temperature of which is kept at 40 °C is provided in a processing chamber (104) of an etching apparatus (100). After a wafer (W) is mounted on the lower electrode (106), a processing gas having a composition containing  $C_4F_8$ ,  $CH_2F_2$ , and Ar is introduced into the processing chamber (104). The flow rates of the gases are 7, 4, and 500 sccm respectively, and the pressure of the atmosphere inside the processing chamber (104) is maintained at 50 mTorr. High-frequency power having a frequency of 13.56 MHz and an electric power of 1500 W is fed to the lower electrode (106) to produce a plasma. By using the plasma, a carbon film is formed on a shoulder part (207) of an  $SiN_x$  film layer (206) exposed in a contact hole (210), and deposition of carbon on the bottom of the contact hole (210) is prevented. Thus, while preventing the  $SiN_x$  film layer from being damaged, the contact hole (210) having a high aspect ratio is formed.



エッチング装置 100 の処理室 104 内には、載置面の温度が 40 (°C) に設定された下部電極 106 が配置される。下部電極 106 上にウェハ W を載置した後、処理室 104 内にガス組成及びガス流量が  $C_4F_8 : CH_2F_2 : Ar = 7 : 4 : 500$  (sccm) の処理ガスを導入し、処理室 104 内を 50 (mTorr) の圧力雰囲気中に維持する。下部電極 106 に対して 13.56 (MHz) で 1500 (W) の高周波電力を印加し、プラズマを生成する。該プラズマにより、コンタクトホール 210 内に露出する  $SiN_x$  膜層 206 の肩部 207 にカーボン膜を形成すると共に、コンタクトホール 210 の底部へのカーボンの堆積を防止し、 $SiN_x$  膜層の損傷を防止しながら高アスペクト比のコンタクトホール 210 を形成することができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャド
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア		共和国	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

## エッチング方法

5

## 技術分野

本発明は、半導体装置の製造プロセスにおいて採用されるエッチング方法に関する。

## 背景技術

最近、半導体装置の集積度が飛躍的に向上し、それに伴って半導体基板上に形成される各種素子の更なる微細化も技術的要求項目の一つとして挙げられている。かかる要求を達成するためには、半導体基板上に形成される各ゲート（電極）間の間隔を狭めることも必要となり、そのゲート間にコンタクトホールを形成する場合には、コンタクトホールも狭小化する必要がある。しかしながら、ゲート間の間隔が狭まるにつれ、ステッパのアライメント性能の限界などに起因して、狭小なコンタクトホールを正確な位置に形成することが困難となっている。そこで、最近、各ゲートの表面に $\text{SiN}_x$ 膜層などの保護膜層（下地）を形成することにより、コンタクトホール形成時にゲートがエッチングされることを防止しながら、各ゲート間の狭小空間に自己整合的にコンタクトホールを形成するセルフアラインコンタクト技術が提案されている。なお、本明細書中において、上記 $\text{SiN}_x$ とは、 $\text{SiN}$ や $\text{Si}_3\text{N}_4$ のみならず、それらの

10

15

20

混合状態も表すものとする。

上記セルフアラインコンタクト技術を用いて、半導体基板上に形成されたゲートを覆う $\text{SiO}_2$ 膜（絶縁膜）層にコンタクトホールを形成する場合には、 $\text{SiN}_x$ 膜層に対する $\text{SiO}_2$ 膜層の選択比を向上させるために、処理ガスとして、例えば $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスが広く使用されている。すなわち、当該処理ガスを採用すれば、該処理ガスを構成する $\text{C}_4\text{F}_8$ が従来の $\text{CF}_4$ や $\text{C}_2\text{F}_6$ などよりも相対的に多くの炭素原子を含んでいるため、コンタクトホールの内壁面に保護膜となるカーボン膜を容易に形成することができる。さらに、上記処理ガスには、 $\text{CO}$ が添加されているため、上記カーボン膜を一層容易に形成することができる。その結果、上記カーボン膜によって被覆された $\text{SiN}_x$ 膜層に、エッチングイオンであるフッ素ラジカルが接触し難くなるため、 $\text{SiN}_x$ 膜層に対する $\text{SiO}_2$ 膜層の選択比を向上させることができる。

しかしながら、上記 $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスを用いてコンタクトホールを形成すると、上述の如くコンタクトホールの内壁面に形成されたカーボン膜により、 $\text{SiN}_x$ 膜層に対する $\text{SiO}_2$ 膜層の選択比を向上させることができる反面、そのカーボンがコンタクトホールの底部にも堆積する。その結果、コンタクトホールの底部に堆積したカーボンによってフッ素ラジカルが該底部に到達し難くなるため、コンタクトホールが所定の深さ以上に削れ難くなり、いわゆる抜け性の低下や、エッチングストップが生じる。

さらに、最近、ゲート間の狭小空間に高アスペクト比のコンタクトホールを形成することが技術的要求項目の1つとして挙げられて



いるが、その様な孔深さの深いコンタクトホールは、その構成上、コンタクトホールの底部にフッ素ラジカルが到達し難い。その結果、上述した $C_4F_8$ と $CO$ を含む混合ガスで、該コンタクトホールを形成すると、コンタクトホールの底部へのカーボンの堆積と、フッ素ラジカルの侵入量の低下により、抜け性の低下やエッチングストップの発生が一層顕著となる。

また、上記従来のエッチング方法のように、コンタクトホールの底部にカーボンが堆積しやすいプロセスで処理を行う場合には、そのコンタクトホールの底部に堆積するカーボンを勘案して、半導体基板にオーバーエッチング処理を施す必要がある。しかしながら、その様なオーバーエッチング処理を半導体基板に施すと、本来ならばゲートを覆う絶縁膜層やゲートを保護する $SiN_x$ 膜層もエッチングされてしまい、それら絶縁膜層やゲート自体がコンタクトホール内に露出してしまう。

その結果、絶縁不良が生じたり、ゲートと他の配線や電極がショートするなどの問題を引き起こし、歩留りが低下するおそれがある。特に、 $SiN_x$ 膜層の肩部（角部）は、コンタクトホール内に張り出すことが多いため、非常にエッチングされ易く、上述の如くオーバーエッチング処理を半導体基板に施すと、その角部が最も損傷する。従って、上記従来のエッチング方法では、その $SiN_x$ 膜層の肩部が損傷しない程度までしかエッチング処理を行えないため、高アスペクト比のコンタクトホールの形成は、非常に困難である。

本発明は、上記従来技術が有する上記のような問題点に鑑みて成されたものであり、本発明の第1の目的は、コンタクトホール内

に露出する  $\text{SiN}_x$  膜層の肩部にカーボン膜（保護膜）を形成して  $\text{SiN}_x$  膜層に対する  $\text{SiO}_2$  膜層の選択比の向上を図ると共に、コンタクトホール底部へのカーボンの堆積を抑制して、高アスペクト比のコンタクトホールを形成することが可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

また、本発明の第2の目的は、 $\text{SiN}_x$  膜の肩部が損傷する原因の1つとなる過剰なエッチングを不要とし、ゲートの絶縁不良や絶縁破壊の発生を防止して歩留りを向上させることが可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

10

#### 発明の開示

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点によれば、気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、処理室内に配置された被処理体に形成された  $\text{SiN}_x$  膜層を覆う  $\text{SiO}_2$  膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において、処理ガスは、少なくとも  $\text{C}_4\text{F}_8$  と  $\text{CH}_2\text{F}_2$  を含む混合ガスであることを特徴とするエッチング方法が提供される。

15

かかる構成によれば、 $\text{CO}$  に代えて  $\text{CH}_2\text{F}_2$  を処理ガスの構成ガスとして採用したため、処理時には、 $\text{C}_4\text{F}_8$  から生じるフッ素ラジカルのみならず、 $\text{CH}_2\text{F}_2$  からフッ素ラジカルを生じさせることができるため、フッ素ラジカルの生成量を増加させることができる。その結果、高アスペクト比のコンタクトホールを形成する場合でも、フッ素ラジカルをコンタクトホールの底部に確実に到達させることができるため、コンタクトホールの底部に堆積するカーボンを除去しながら該底部をエッチングすることができ、所定深さ

20

のコンタクトホールを容易に形成することができる。

また、コンタクトホールの底部を確実にエッチングすることができるため、被処理体にオーバーエッチングする必要がなく、コンタクトホール内に露出する $\text{SiN}_x$ 膜層、特にその肩部の損傷を防止  
5 することができる。その結果、 $\text{SiN}_x$ 膜層で保護されているゲートを覆う絶縁膜層やゲート自体がコンタクトホール内に露出することがなく、ゲートの絶縁不良や絶縁破壊の発生を防止することができるため、歩留りを向上させることができる。さらに、所定のエッチングレート  
10 を維持したままコンタクトホールの底部をエッチングすることができるため、エッチング処理時間を短縮させることができ、スループットも向上させることができる。

また、処理ガスを構成する $\text{CH}_2\text{F}_2$ は、炭素原子を含んでいるため、 $\text{CO}$ と同様に、コンタクトホールの内壁面に保護膜となるカーボン膜を確実に形成することができる。その結果、コンタクトホールの内壁面がエッチングされ難くなるため、いわゆるボーイング  
15 形状のコンタクトホールが形成されることを防止することができる。さらに、コンタクトホール内に露出する $\text{SiN}_x$ 膜層、特に $\text{SiN}_x$ 膜層の肩部もカーボン膜で被覆することができるため、該肩部がエッチングされ、損傷することを防止できる。また、この様に、  
20 いわゆるカーボンリッチな雰囲気の下で被処理体に処理を施しても、上述の如くフッ素ラジカルをコンタクトホールの底部にまで確実に到達させることができるため、コンタクトホールの底部にカーボンが堆積することがない。

また、本発明の第2の観点によれば、気密な処理室内に処理ガス

を導入してプラズマ化し、処理室内に配置された被処理体に形成された  $\text{SiN}_x$  膜層を覆う  $\text{SiO}_2$  膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において、処理ガスとして少なくとも  $\text{C}_4\text{F}_8$  と  $\text{CO}$  を含む混合ガスを使用して、 $\text{SiO}_2$  膜層をエッチングする第1の工程と、 $\text{SiN}_x$  膜層が露出する前後、例えば直前または直後に、処理ガスとして少なくとも  $\text{C}_4\text{F}_8$  と  $\text{CH}_2\text{F}_2$  を含む混合ガスに切り替えて、 $\text{SiO}_2$  膜層をエッチングする第2の工程とを含むことを特徴とするエッチング方法が提供される。

かかる構成によれば、少なくとも  $\text{C}_4\text{F}_8$  と  $\text{CO}$  を含む混合ガスを使用してエッチング処理を行うため、上記従来のエッチング方法と同様に高速であり、かつ、カーボンリッチな雰囲気下で被処理体に処理を施すことができる。その結果、コンタクトホールの内壁面に容易にカーボン膜が形成され、コンタクトホールのエッチング形状がボーイング状にならずに早くエッチングすることができる。

また、 $\text{SiN}_x$  膜層が露出する前後に、処理ガスを少なくとも  $\text{C}_4\text{F}_8$  と  $\text{CH}_2\text{F}_2$  を含む混合ガスに切り替えてエッチング処理を行うので、カーボンリッチ及びラジカルリッチな雰囲気下で被処理体に処理を施すことができる。その結果、コンタクトホールの底部に堆積したカーボンを除去することができるため、該底部を確実にエッチングすることができ、エッチングストップの発生を防止して、抜け性を向上させることができる。さらに、当該処理ガスを用いれば、 $\text{SiN}_x$  膜層の肩部にカーボン膜を付着させながら、コンタクトホールの底部へのカーボンの堆積を抑制することができるため、所定形状のコンタクトホールを形成することができる。

また、少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスの  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  の流量比 ( $CH_2F_2 / C_4F_8$ ) を、実質的に 0.4 以上で 1.0 以下に設定したり、また少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスの全圧に対する  $C_4F_8$  の分圧を、実質的に 0.4 (m Torr) 以上で 0.8 (m Torr) 以下に設定することにより、  
5  $SiN_x$  膜層に対する  $SiO_2$  膜層の選択比をさらに向上させることができる。

さらに、処理室内に励起されるプラズマの密度を、実質的に  $1.5 \times 10^{10}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) 以上で  $1.2 \times 10^{11}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) 以下に設定したり、また被処理体を、処理室内に配置されたサセプタの載置面上に載置し、サセプタの載置面の温度を実質的に 20°C 以上で、 $SiO_2$  膜層のマスクパターンを構成するフォトレジスト層の耐熱温度以下に設定すれば、 $SiN_x$  膜層に対する  $SiO_2$  膜層の選択比をさらに向上させることができる。  
10

また、少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスに、さらに不活性ガスを添加したり、または少なくとも  $C_4F_8$  と CO を含む混合ガスに、さらに不活性ガスを添加すれば、エッチングレートなどの各種処理条件を容易に調整することができる。  
15

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明を適用可能なエッチング装置を示す概略的な断面図である。  
20

図 2 は、図 1 に示すエッチング装置で処理を施す半導体ウェハを説明するための概略的な断面図である。

図 3 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

図 4 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

5 図 5 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

図 6 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

10 図 7 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

図 8 は、処理ガスの流量比と半導体ウェハの  $\text{SiO}_2$  膜の選択比の関係を説明するための概略的な説明図である。

図 9 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

15 図 10 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

図 11 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

20 図 12 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

図 13 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハ

ハを示す概略的な断面図である。

図 1 4 は、本発明の実施例でエッチング処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

図 1 5 は、従来のエッチング方法で処理を施した半導体ウェハを示す概略的な断面図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下に、添付図面を参照しながら、本発明にかかるエッチング方法の実施の形態について、詳細に説明する。

#### (1) エッチング装置の構成

10    まず、図 1 を参照しながら、本実施の形態のエッチング方法が適用されるエッチング装置 1 0 0 について説明する。

同図に示すエッチング装置 1 0 0 の処理容器 1 0 2 内には、処理室 1 0 4 が形成されており、この処理室 1 0 4 内には、上下動自在なサセプタを構成する下部電極 1 0 6 が配置されている。下部電極 1 0 6 の上部には、高圧直流電源 1 0 8 に接続された静電チャック 1 1 0 が設けられており、この静電チャック 1 1 0 の上面に被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）W が載置される。さらに、下部電極 1 0 6 上に載置されたウェハ W の周囲には、絶縁性のフォーカスリング 1 1 2 が配置されている。また、下部電極 1 0 6 の周囲には、絶縁体 1 0 7 を介して多数の貫通孔 1 1 4 a を備えた導電性のバッフル板 1 1 4 が設けられている。さらに、バッフル板 1 1 4 は、例えばステンレス製のベローズ 1 0 9 を介して、

接地された処理容器 102 と電氣的に導通している。また、下部電極 106 には、整合器 118 を介してプラズマ生成用高周波電力を出力する高周波電源 120 が接続されている。

また、下部電極 106 の載置面と対向する処理室 104 の天井部  
5 には、多数のガス吐出孔 122a を備えた上部電極 122 が配置されており、図示の例では、上部電極 122 は、処理容器 102 の一部を成している。また、ガス吐出孔 122a には、ガス供給管 124 が接続され、さらにそのガス供給管 124 には、図示の例では第 1 ～第 3 分岐管 126, 128, 130 が接続されている。第 1 分岐管 126 には、開閉バルブ 132 と流量調整バルブ 134 を介して、 $C_4F_8$  を供給するガス供給源 136 が接続されている。また、第 2 分岐管 128 には、開閉バルブ 138 と流量調整バルブ 140 を介して、本実施の形態にかかる  $CH_2F_2$  を供給するガス供給源 142 が接続されている。さらに、第 3 分岐管 130 には、開閉バルブ 144 と流量調整バルブ 146 を介して、Ar を供給するガス供給源 148 が接続されている。なお、これら各種処理ガスの供給構成については、後述する。また、処理ガスに添加される不活性ガスは、上記 Ar に限定されず、処理室 104 内に励起されるプラズマを調整することができるガスであればいかなる不活性ガス、例えば Kr などを採用することができる。さらに、上記処理ガスには、例えば  $O_2$  や、 $N_2$  や、CO や、 $CO_2$  などの各種ガスを添加することもできる。

また、処理容器 102 の下方には、不図示の真空引き機構と連通する排気管 150 が接続されており、その真空引き機構の作動により、処理室 104 内を所定の減圧雰囲気と維持することができる。



また、処理室104の外部には、処理容器102の外部側壁を囲うように磁石152が配置されており、この磁石152によって上部電極122と下部電極106との間のプラズマ領域に回転磁界が形成される。

## 5 (2) ウェハの構成

次に、図2を参照しながら、上記エッチング装置100で処理を施すウェハWの構成について説明する。

ウェハWを構成するSi（シリコン）基板200上には、ゲート202が形成されており、このゲート202を覆うようにして絶縁膜層204が形成されている。また、この絶縁膜層204の表面を被覆するように、SiN<sub>x</sub>膜層206が形成されている。このSiN<sub>x</sub>膜層206は、後述するコンタクトホール210形成時に、ゲート202がエッチングされることを防止し、ゲート202間に自己整合的にコンタクトホール210を形成する役割を果たしている。

10 また、SiN<sub>x</sub>膜層206上には、絶縁膜層を構成するシリコン系酸化膜、例えばSiO<sub>2</sub>膜208が形成されている。なお、上記絶縁膜層204及びSiO<sub>2</sub>膜208は、BPSG（ボロンとリンのシリケートガラス）や、PSG（リンのシリケートガラス）や、TEOS（テトラエトキシオルトシラン）や、Th-OX（サーマルオキサイド）や、SOG（スピオングラス）などから構成してもよい。

15 20 また、SiO<sub>2</sub>膜層208上には、コンタクトホール210のマスクパターンを構成するフォトレジスト層212が形成されている。

## (3) コンタクトホールの形成工程

次に、図1及び図2を参照しながら、上述したウェハWのゲート202間にコンタクトホール210を形成する工程について説明する。

まず、下部電極106の載置面の温度を、予め、実質的に20(°C)以上で、フォトレジスト層212の耐熱温度、すなわちフォトレジスト層212が融ける温度以下、好ましくは20(°C)～60(°C)、例えば40(°C)に調整した後、その載置面上に上述したウェハWを載置する。

次いで、処理室104内に本実施の形態にかかる処理ガス、すなわち $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ とArの混合ガスを導入する。この際、それら $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ とArの流量は、それぞれに対応する流量調整バルブ134、140、146で調整する。また、本実施の形態では、 $C_4F_8$ の流量は、実質的に5(sccm)～15(sccm)に設定し、好ましくは6(sccm)～8(sccm)に設定する。さらに、 $CH_2F_2$ の流量は、実質的に2(sccm)～10(sccm)に設定し、好ましくは3(sccm)～5(sccm)に設定する。さらにまた、Arの流量は、実質的に400(sccm)～600(sccm)に設定し、好ましくは500(sccm)に設定する。ただし、上記各処理ガスの流量は、 $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ の流量比( $CH_2F_2/C_4F_8$ )が、実質的に0.4～1.0、好ましくは0.53～0.8、さらに好ましくは0.55～0.7になるように適宜調整する。

また、処理室104内への処理ガスの導入と同時に、処理室104内の真空引きを行う。この際、処理室104内の圧力雰囲気は、

実質的に30 (mTorr) ~ 70 (mTorr) に設定し、好ましくは35 (mTorr) ~ 55 (mTorr) に設定する。ただし、処理室104内の圧力雰囲気は、 $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ とArの全圧に対する $C_4F_8$ の分圧が、0.4 (mTorr) ~ 0.8 (mTorr) になるように適宜調整する。

次いで、磁石152を回転させて処理室104内のプラズマ領域に回転磁界を形成させる。その後、下部電極106に対して所定の高周波電力を印加し、処理室104内にプラズマを励起する。この際、上記高周波電力は、処理室104内に励起されるプラズマの密度が、実質的に $1.5 \times 10^{10}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) ~  $1.2 \times 10^{11}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) になるように調整する。すなわち、本実施の形態では、下部電極106に対して、例えば周波数が13.56 (MHz) で、電力が1400 (W) ~ 2000 (W)、好ましくは1500 (W) の高周波電力を印加する。これにより、上部電極122と下部電極106との間にグロー放電が生じ、処理室104内に導入された本実施の形態にかかる処理ガスが解離して、高密度のプラズマが生成される。そして、このプラズマにより、ウェハWに所定のエッチング処理が施される。

この際、本実施の形態では、処理ガスとして $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ とArから成る混合ガスを使用しているため、上述した従来のエッチング方法のように処理ガスにCOを添加しなくても、 $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ によりカーボンリッチな雰囲気を作り出すことができるため、コンタクトホール210の内部側壁面を構成する $SiN_x$ 膜層206や、 $SiO_2$ 膜層208や、フォトレジスト層212の露出面にカーボン膜を容易に形成することができる。その結果、コン

タクトホール210の内部側壁面がエッチングされ難くなるため、  
ボーイング形状のコンタクトホールが形成されることがない。

また、 $\text{SiN}_x$ 膜層206の表面、特に $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩  
部207もカーボン層で被覆することができるため、エッチングさ  
5 れやすい該肩部207に $\text{C}_4\text{F}_8$ や $\text{CH}_2\text{F}_2$ から生成されたフッ素  
ラジカルが到達し難くなり、その $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207  
の損傷を防止することができる。その結果、 $\text{SiN}_x$ 膜層206と  
 $\text{SiO}_2$ 膜層208との選択比が向上し、 $\text{SiN}_x$ 膜層206で保  
護されている絶縁膜層204やゲート202が損傷しないので、ゲ  
10 ート202の絶縁不良や絶縁破壊の発生を防止することができ、歩  
留りを向上させることができる。

また、本実施の形態の如く、 $\text{CO}$ に代えて、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ を処理ガ  
スの構成ガスとして採用すれば、 $\text{C}_4\text{F}_8$ だけではなく、 $\text{CH}_2\text{F}_2$   
からもエッチャント種であるフッ素ラジカルを生成することがで  
15 きるため、プラズマ中に含まれるフッ素ラジカルを増加させること  
ができる。その結果、狭小なゲート202間に形成される高アスペ  
クト比のコンタクトホール210であっても、そのコンタクトホール  
210の底部にフッ素ラジカルを確実に到達させることができる  
ため、該底部に堆積するカーボンを容易に取り除くことができ、抜  
20 け性の低下やエッチングストップが生じることなく、均一なエッチ  
ングレートで上記底部をエッチングすることができる。また、上記  
処理ガスには、 $\text{Ar}$ が添加されているため、処理室104内で生成  
されるプラズマの密度等を適宜調整することができる。

本実施の形態は、以上のように構成されており、 $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2$

$F_2$ とArから成る混合ガスを処理ガスに採用したため、処理ガスにCOを添加した場合と同様に、カーボンリッチな雰囲気を作り出すことができると共に、上記COを添加した場合と異なり、フッ素ラジカルを豊富に生成することができる。その結果、コンタクトホール210の内部側壁面のみにカーボン膜を形成し、かつコンタクトホール210の底部へのカーボンの堆積を防止できるため、狭小なゲート202間に高アスペクト比のコンタクトホール210を形成する場合でも、ゲート202の絶縁不良や絶縁破壊の発生を防止し、かつコンタクトホール210の抜け性を向上させることができる。

#### 実施例

次に、本発明にかかるエッチング方法の実施例について説明する。なお、以下の実施例は、上記実施の形態にかかるエッチング装置100で、 $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ とArの混合ガスを用いて、以下で説明する処理ガスの流量や、処理室104の圧力雰囲気や、下部電極106に印加する高周波電力や、下部電極106の載置面の温度などの各条件のみを変更し、上記ウェハWに形成されたゲート202間にコンタクトホール210を形成したものであるため、上述したエッチング装置100及びウェハWと略同一機能及び構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより、重複説明を省略する。

##### (A) $CH_2F_2$ の流量変化

まず、 $CH_2F_2$ の流量を変化させた場合の各実施例を次の表に示す。なお、各実施例の処理条件は、処理室104内の圧力雰囲気

が50 (mTorr), 上部電極122と処理室104の内壁面の  
温度が60 (°C), 下部電極110の温度が40 (°C)である。ま  
た, 下部電極106には, 周波数が13.56 (MHz)で, 電力  
が1500 (W)の高周波電力を印加した。さらに, ウェハWは,  
5 直径200 (mm)のものを使用した。また, 38 (リットル)の  
容積の処理室102を有するエッチング装置100で処理を行った。

また, 各実施例について, ウェハWの被処理面内の均一性(以下,  
「面内均一性」という。)と,  $\text{SiN}_x$ 膜層206に対する $\text{SiO}_2$   
膜層208の選択比を求め, さらにその際のウェハWの断面形状(エ  
10 ッチング形状)を図に示した。なお, 面内均一性は, ウェハWの中  
央部と端部のエッチングレートから平均(表中, 「平均エッチング  
レート」という。)を算出し, それら中央部と端部の各々のエッチ  
ングレートがその平均したエッチングレートと何パーセント離れて  
いるかを表しており, その数値(絶対値)が大きい程不均一であり,  
15 小さい程均一である。また,  $\text{SiN}_x$ 膜層206に対する $\text{SiO}_2$   
膜層208の選択比(表中, 「 $\text{SiO}_2/\text{SiN}_x$ 選択比」という。)は,  
図2に示すように,  $\text{SiO}_2$ 膜層208に対するエッチングが  
進行し,  $\text{SiN}_x$ 膜層206が露出した状態でのウェハWの中央部  
と端部の( $\text{SiO}_2$ 膜層のエッチングレート) / ( $\text{SiN}_x$ 膜層の  
20 エッチングレート)の値の平均である。

表 1

実施例	処理ガス流量 (sccm)			ウェハの 面内均一性 (±%)	SiO <sub>2</sub> 膜層の平均 エッチングレート (Å/分)	SiO <sub>2</sub> /SiN <sub>x</sub> 選択比	コンタクト ホール の断面形状
	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Ar				
1	7	0	500	1.2	4250	15.6	図 3
2	7	3	500	1.2	4050	18.6	図 4
3	7	4	500	1.2	4050	34.4	図 5
4	7	5	500	5.0	4000	24.8	図 6
5	7	7	500	5.1	3900	25.5	図 7

上記表に示すようにCH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>の流量を4 (sccm) 前後の範囲で変化させればコンタクトホール210内に露出するSiN<sub>x</sub>膜層206の肩部207がエッチングされることなく、所定形状のコンタクトホール210を形成することができる。

さらにまた、図5に示すように、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>の流量を4 (sccm) に設定したときが、ウェハWの中央部と端部の両方で、所定形状のコンタクトホール210を形成することができた。すなわち、ウェハWの中央部と端部の両方とも、SiN<sub>x</sub>膜層206の肩部207がエッチングされることなく、かつコンタクトホール210の底部にカーボンが堆積しなかった。また、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>の流量を3 (sccm) または5 (sccm) に設定したときにも、図4及び図6に示すように、上記流量と同様に、所定形状のコンタクトホールを形成することができた。これに対して、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>の流量を0 (sccm) または7 (sccm) に設定したときは、図3及び図7に示すように、SiN<sub>x</sub>膜層206の肩部207がエッチングされ、かつコンタクトホール210の底部にカーボンが堆積した。

以上の結果より、上記各条件に基づいてエッチング装置100でウェハWにエッチング処理を施す場合には、 $C_4F_8$ とArの混合ガスに添加する $CH_2F_2$ の流量を3 (sccm) ~ 5 (sccm)の範囲内で設定すれば、ウェハWの全面で所定形状のコンタクトホール210を形成することができる。ただし、上記各結果は、上述の如くエッチング装置100で処理を行った場合のものであるので、他の処理装置に上記ガス流量を適用する場合には、処理室の容積などの相違により、上記所定形状のコンタクトホール210を形成することが困難な場合がある。そこで、処理ガスを構成する $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ の流量比 ( $CH_2F_2 / C_4F_8$ ) に基づいて、各処理ガスの流量を調整すれば、上記エッチング装置の構成の相違に左右されることなく、常時所定形状のコンタクトホール210を形成することができる。

ここで、図8を参照しながら、 $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ の流量比 ( $CH_2F_2 / C_4F_8$ ) と、 $SiN_x$ 膜層206に対する $SiO_2$ 膜層208の選択比との関係について説明すると、上記流量比 ( $CH_2F_2 / C_4F_8$ ) が0.4 ~ 1.0の時に上記選択比が略1.7以上となり、該流量比が0.53 ~ 0.8の時に該選択比が略2.5以上となった。さらに、上記流量比が0.55 ~ 0.7の時には、上記選択比が略3.0以上となった。この際、該流量比が略0.57の時には、該選択比が上記範囲内の最高値である略3.4となり、これは上記図5に対応する $C_4F_8 : CH_2F_2 : Ar = 7 : 4 : 500$  (sccm) の処理ガスを使用したときである。

上記 $SiN_x$ 膜層206に対する $SiO_2$ 膜層208の選択比は、一般的に2.0程度であれば良好とされているので、上述の如く流量



比 ( $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8$ ) が実質的に 0.4 ~ 1.0, 好ましくは実質的に 0.53 ~ 0.8, さらに好ましくは実質的に 0.55 ~ 0.7 となるように, 処理ガスの流量を調整すれば, 最高で略 34 の選択比を得ることができる。なお, 図 8 中の縦軸は,  $\text{SiN}_x$  膜層 206 に対する  $\text{SiO}_2$  膜層の選択比を表し, また横軸は, 流量比 ( $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8$ ) を表している。

### (B) 処理室内の圧力雰囲気の変化

次に, 処理室 104 内の圧力雰囲気を变化させた場合の実施例について説明する。次の表に示す実施例 6 及び実施例 7 は, 処理室 104 内の圧力雰囲気以外の各条件を, 上記実施例 3 と同様に設定して行った。すなわち, 処理ガスの流量は, 上記実施例 3 と同じ  $\text{C}_4\text{F}_8:\text{CH}_2\text{F}_2:\text{Ar}=7:4:500$  (sccm) に設定した。また, 実施例 6 及び実施例 7 では, 上記実施例 1 ~ 実施例 5 と同様に, ウェハ W の面内均一性と,  $\text{SiN}_x$  膜層 206 に対する  $\text{SiO}_2$  膜層 208 の選択比を各々求め, さらにその際のウェハ W の断面形状を図示した。

表 2

実施例	処理室内の 圧力雰囲気 (mTorr)	ウェハの 面内均一性 (±%)	$\text{SiO}_2$ 膜層の平均 エッチングレート (Å/分)	$\text{SiO}_2/\text{SiN}_x$ 選択比	コンタクト ホール の断面形状
6	40	2.6	3800	13.2	図 9
3	50	1.2	4050	34.4	図 5
7	60	6.8	4400	70.6	図 10

上記実施例 6 の如く, 処理室 104 内の圧力雰囲気を 40 (mT

orr)にした場合には、図9に示すように、コンタクトホール210の底部にカーボンが堆積し難く、所定深さのコンタクトホール210を形成することができる反面、同図に示すように、 $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207がエッチングされ、損傷した。また、上記  
5 実施例7の如く、処理室104内の圧力雰囲気を60(mTorr)にした場合には、 $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207をカーボン膜で確実に保護することができる反面、図10に示すように、コンタクトホール210の底部にカーボンが堆積し、エッチングストップが生じて抜け性が低下した。

10 これに対して、上述した実施例3の如く、処理室104内の圧力雰囲気を50(mTorr)にした場合には、図5に示すように、コンタクトホール210の底部にカーボンが堆積することがなく、かつ $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207がエッチングされずに、所定形状及び所定深さのコンタクトホール210を形成することができ  
15 た。

以上の結果より、上記エッチング装置100でウェハWにエッチング処理を施す場合には、処理室104内の圧力雰囲気を50(mTorr)程度に設定すると、ウェハWに所定のコンタクトホール210を形成することがわかった。ただし、上記圧力雰囲気は、エ  
20 ッチング装置100に適用した時のものなので、他の処理装置に実施例3、実施例6及び実施例7を適用した場合には、処理室内の容積等の違いにより、コンタクトホール210の形成状態が異なることがある。そこで、上記実施例3の処理ガス中の $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ とArの全圧に対する $\text{C}_4\text{F}_8$ の分圧を求めると0.68(mTorr)となり、この分圧に基づいて処理室104内の圧力雰囲気を  
25

設定すれば、いかなるエッチング装置であっても、実施例3の如く、所定のコンタクトホール210を形成することができる。さらに、上記分圧を0.4 (mTorr) ~ 0.8 (mTorr) の範囲内で適宜設定しても、実施例3と同様に、所定のコンタクトホール210を形成することができる。

### (C) 下部電極に導入する高周波電力の変化

次に、下部電極106に印加する高周波電力を変化させた場合の実施例について説明する。次の表に示す実施例8及び実施例9では、下部電極106に印加する高周波電力以外の各条件を、上記実施例3と同様に設定した。また、実施例8及び実施例9では、上記実施例1~実施例7と同様に、ウェハWの面内均一性と、 $\text{SiN}_x$ 膜層206に対する $\text{SiO}_2$ 膜層208の選択比を各々求め、さらにその際のウェハWの断面形状を図示した。なお、上記高周波電力の周波数は、上記実施例3と同一の13.56MHzに設定した。

15

表 3

実施例	高周波電力 (W)	ウェハの面内均一性 (±%)	$\text{SiO}_2$ 膜層の平均エッチングレート (Å/分)	$\text{SiO}_2/\text{SiN}_x$ 選択比	コンタクトホールの断面形状
8	1400	3.6	4150	37.7	図11
3	1500	1.2	4050	34.4	図5
9	1600	8.9	4500	28.9	図12

20

下部電極106に印加する高周波電力を、1400 (W) と1600 (W) にした場合の両方とも、図11及び図12に示すように、コンタクトホール210内の底部にカーボンが堆積し難く、かつS

i N<sub>x</sub>膜層 206 の肩部 207 もエッチングされ難かった。ただし、  
上記高周波電力を 1400 (W) に設定した場合には、S i N<sub>x</sub>膜  
層 206 に対する S i O<sub>2</sub>膜層 208 の選択比が向上する反面、コ  
ンタクトホール 210 の底部にカーボンが若干堆積した。また、上  
5 記高周波電力を 1600 (W) に設定した場合には、コンタクトホ  
ール 210 の底部へのカーボンの堆積は、認められなかった。もち  
ろん、上述した実施例 3 の如く、1500 (W) の高周波電力を下  
部電極 106 に印加した場合には、図 5 に示すように、良好なエッ  
チング形状を有するコンタクトホール 210 を形成することができ  
10 た。

以上の結果より、上記エッチング装置 100 でウェハ W にエッチ  
ング処理を施す場合には、下部電極 106 に印加する高周波電力を  
1400 (W) ~ 1600 (W) の範囲内で設定すれば、ウェハ W  
に所定のコンタクトホール 210 を形成することができる。さらに、  
15 下部電極 106 に 1600 (W) の高周波電力を印加した場合でも、  
良好なエッチング特性を得ることができたため、下部電極 106 に  
供給する電力の上限を 1700 (W) まで拡大しても、所定形状の  
コンタクトホール 210 を形成できると推察される。

なお、上記高周波電力は、エッチング装置 100 に適用した時の  
20 ものであるので、他の処理装置に実施例 3、実施例 8 及び実施例 9 を適  
用した場合には、コンタクトホール 210 の形成状態が異なること  
がある。これは、コンタクトホール 210 の底部に侵入するフッ素  
ラジカルの量や、コンタクトホール 210 の内壁面に付着するカー  
ボンの量が、処理室 104 内のプラズマ密度に依存するためである。  
25 そこで、下部電極 106 に上記 13.56 MHz で 1400 (W)

～1700 (W) の高周波電力を印加した場合の処理室 104 内の  
 プラズマの密度を測定すると、 $1.5 \times 10^{10}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>)  
 ～ $1.2 \times 10^{11}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) であった。従って、プラズ  
 マの密度が、上記  $1.5 \times 10^{10}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) ～ $1.2 \times$   
 5  $10^{11}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) となるように、処理室 104 内にプラ  
 ズマを生成すれば、所定形状のコンタクトホール 210 をウェハ W  
 に形成することができる。

#### (D) 下部電極の載置面の温度変化

次に、下部電極 106 の載置面の温度を変化させた場合の実施例  
 10 について説明する。以下の表に示す実施例 10 及び実施例 11 では、  
 下部電極 106 の載置面の温度以外の各条件を、上記実施例 3 と同  
 様に設定した。また、実施例 10 及び実施例 11 では、上記実施例  
 1～実施例 9 と同様に、ウェハ W の面内均一性と、SiN<sub>x</sub> 膜層 2  
 06 に対する SiO<sub>2</sub> 膜層 208 の選択比を各々求め、さらにその  
 15 際のウェハ W の断面形状を図示した。なお、処理室 104 の内壁面  
 の温度は、上記実施例 3 と同一の 60 (°C) に設定した。

表 4

実施例	下部電極の 載置面温度 (°C)	ウェハの 面内均一性 (±%)	SiO <sub>2</sub> 膜層の平均 エッチングレート (Å/分)	SiO <sub>2</sub> /SiN <sub>x</sub> 選択比	コンタクト ホール の断面形状
10	20	6.8	4400	20.6	図 13
3	40	1.2	4050	34.4	図 5
11	60	3.5	4250	58.2	図 14

20

下部電極 106 の載置面の温度を 20 (°C) にした場合には、図

13に示すように、コンタクトホール210の底部にカーボンが堆積し難く、所定深さのコンタクトホール210を形成することができる反面、 $\text{SiN}_x$ 膜層206に対する $\text{SiO}_2$ 膜層208の選択比は、20.6となり、同図に示すように、 $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207がエッチングされた。これに対して、下部電極106の載置面の温度を60(°C)にした場合には、 $\text{SiN}_x$ 膜層206に対する $\text{SiO}_2$ 膜層208の選択比は、58.2となり、図14に示すように、 $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207がエッチングされることを防止できた。さらに、該温度の場合には、同図に示すように、

10 コンタクトホール210の底部にカーボンが堆積せずに、所定深さのコンタクトホール210を形成することができた。もちろん、上記実施例3の如く、下部電極106の載置面の温度を40(°C)に設定した場合でも、図5に示すように、所定深さ及び所定形状のコンタクトホール210を形成することができた。

15 以上の結果より、下部電極106の載置面の温度を20(°C)以上、特に温度を上昇させるほど、ウェハWに所定形状のコンタクトホール210を形成できる。しかしながら、ウェハWの温度が所定温度以上になると、 $\text{SiO}_2$ 膜層208上に形成されているフォトリジスト膜層212が融けて、エッチングマスクの機能を果たさなくなってしまうため、下部電極106の載置面の温度の上限は、フォトリジスト膜層212の耐熱温度となる。従って、下部電極106の載置面の温度を、20(°C)～フォトリジスト膜層212の耐熱温度の範囲内で適宜設定すれば、ウェハWに所定形状のコンタクトホール210を形成することができる。

25 (E) 実施例3と従来例の比較

次に、上記実施例 1 ～ 実施例 11 の中で、ウェハ W に最も所定形状のコンタクトホール 210 を形成することができた図 5 に対応する実施例 3 と、図 15 に対応する従来例を比較する。まず、実施例 3 と従来例のエッチング条件について説明すると、実施例 3 と従来例の両方とも、上述したエッチング装置 100 でエッチング処理を行い、上部電極 122 と処理室 104 の内壁面の温度は 60 (°C) に維持し、下部電極 110 の載置面の温度は 40 (°C) に維持した。また、下部電極 106 には、周波数が 13.56 (MHz) で、電力が 1500 (W) の高周波電力を印加した。さらに、ウェハ W は、直径 200 (mm) のものを使用した。

また、上記実施例 3 では、上述の如く、ガス組成及び流量が  $C_4F_8 : CH_2F_2 : Ar = 7 : 4 : 500$  (sccm) の処理ガスを処理室 104 内に導入したのに対して、従来例では、ガス組成及び流量が  $C_4F_8 : CO : Ar = 18 : 300 : 380$  (sccm) の処理ガスを処理室 104 内に導入した。さらに、上記実施例 3 では、上述の如く、処理室 104 内の圧力雰囲気は 50 (mTorr) に設定したのに対して、従来例では、処理室 104 内の圧力雰囲気を 40 (mTorr) に設定した。

次に、実施例 3 と従来例の  $SiO_2$  膜層 208 のエッチングレートと、ウェハ W の面内均一性と、 $SiN_x$  膜層 206 に対する  $SiO_2$  膜層 208 の選択比について説明する。

まず、 $SiO_2$  膜層 208 のエッチングレートについて説明すると、上記実施例 3 では、上述の如くウェハ W の中央部では 4000 (オングストローム/分) であり、また端部では 4100 (オング

ストローム／分)であった。これに対して、従来例では、ウェハWの中央部では4600(オングストローム／分)であり、また端部では5200(オングストローム／分)であった。また、ウェハWの面内均一性は、上記実施例3では、上述の如く±1.2%であったのに対して、従来例では、±6.1%であった。さらに、SiN<sub>x</sub>膜層206に対するSiO<sub>2</sub>膜層208の選択比は、上記実施例3では、上述の如く34.4であったのに対して、従来例では、11.2であった。

以上の結果より、実施例3のエッチングプロセスでウェハWに処理を施した場合には、従来例と比較してSiO<sub>2</sub>膜層208に対するエッチングレートが低い反面、ウェハWの面内均一性と、SiN<sub>x</sub>膜層206に対するSiO<sub>2</sub>膜層208の選択比は、従来例よりも向上させることができた。特に、SiN<sub>x</sub>膜層206に対するSiO<sub>2</sub>膜層208の選択比は、図15に示すように、実施例3と従来例で顕著な差が認められた。すなわち、実施例3のプロセスで処理を施した図5に示すウェハWでは、コンタクトホール210内の露出したSiN<sub>x</sub>膜層206の肩部207がエッチングされることなく、所定形状のコンタクトホール210を形成することができた。これに対して、従来例のエッチングプロセスで処理を施した図15に示すウェハWでは、SiN<sub>x</sub>膜層206の肩部207のみならず、ゲート202を覆うSiO<sub>2</sub>膜層204もエッチングされ、損傷した。従って、従来のC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>とCOとArの混合ガスから成る処理ガスを用いてウェハWに処理を施すよりも、本実施例のC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>とCH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>とArの混合ガスから成る処理ガスを採用した方が、ウェハWに所定形状のコンタクトホール210を形成することができ



る。

以上、本発明の好適な実施の形態及び実施例について、添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において、  
5 当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

例えば、上記実施の形態において、コンタクトホール210の形成時に $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ とArの混合ガスのみを処理ガスとして用いた  
10 構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。

例えば、上述したエッチング装置100でウェハWにコンタクトホール210を形成する場合を例に挙げて説明すると、まず上記従来例で説明した、ガス組成及び流量が $C_4F_8 : CO : Ar = 18 : 300 : 380$  (sccm)の混合ガスを処理ガスとして用いてウェハWに処理を施す。この際、図1に示す処理室104内の圧力雰囲気は、略55 (mTorr)に設定する。そして、SiN<sub>x</sub>膜層206の肩部207がコンタクトホール210内に露出する前後に、  
15 上記実施例3の如く、ガス組成及び流量が $C_4F_8 : CH_2F_2 : Ar = 7 : 4 : 500$  (sccm)の混合ガスに切り替えて該ウェハWに処理を施しても良い。この際の処理室104内の圧力雰囲気は、  
20 略50 (mTorr)に設定する。

このように、処理ガスとして $C_4F_8$ とCOとArの混合ガスを使用すれば、コンタクトホール210の内壁面にカーボン膜を確実に

に付着させることができ、その内壁面がエッチングされることを防止しながら、所定のコンタクトホール210を形成することができる。また、 $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207が露出する前後に $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ とArの混合ガスに切り替えれば、コンタクトホール210の底部にフッ素ラジカルを確実に侵入させることができるため、その底部へのカーボンの堆積による抜け性の低下やエッチングストップの発生を防止できる。さらに、その場合でも、コンタクトホール210内に露出した $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207をカーボン膜で保護することができるため、その肩部207がエッチングされることなく、より高アスペクト比かつ所定形状のコンタクトホール210を迅速に形成することができる。なお、上記 $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ とArの混合ガスへの切り替えは、上述の如く $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207が露出する前後で行っても良く、また $\text{SiN}_x$ 膜層206の肩部207の露出と同時に行っても良い。さらに、該ガスの切り替えは、例えば予め設定された時間を基準として行っても良く、また処理室104内のプラズマの発光スペクトルから求められた終点検出値に基づいて行っても良い。

なお、上記各エッチング方法では、上述した処理ガスの組成と、処理ガスの流量と、処理室104内の圧力雰囲気以外のプロセス条件は、上述した実施の形態を略同一に設定されている。また、上述した各エッチング方法において、処理ガスにArを添加した構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、さらに例えばKrなど不活性ガスや、 $\text{O}_2$ や、 $\text{N}_2$ や、COや、 $\text{CO}_2$ などの各種ガスを添加してもよい。また、上記Arに代えて、各種不活性ガスを添加してもよく、あるいはそのような不活

性ガスを添加しなくても本発明を実施することができる。

また、上記実施の形態において、磁石を備えたエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、上記磁石を備えていないプラズマエッチング装置にも本発明  
5 を適用することができる。さらに、上記実施の形態において、下部電極のみに高周波電力を印加するエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、上部電極と下部電極の両方に高周波電力を印加するプラズマエッチング装置や、上部電極のみに高周波電力を印加するプラズマエッチング装置  
10 であっても本発明を実施することができる。

本発明によれば、処理ガスとして少なくとも $C_4F_8$ と $CH_2F_2$ を含むガスを採用したので、コンタクトホールの内壁面、特にコンタクトホール内に露出する $SiN_x$ 膜層の肩部にカーボン膜を形成しながら、コンタクトホールの底部にエッチングイオンを確実に侵入させて、その底部へのカーボンの堆積を防止することができる。  
15 その結果、特にエッチングされ易い $SiN_x$ 膜層の肩部を保護することができるため、ゲートやゲートを覆う絶縁膜層の損傷を防止することができる。さらに、抜け性の低下やエッチングストップが生じることなく、コンタクトホールの底部を確実にエッチングすることができるため、高アスペクト比  
20 のコンタクトホールを容易に形成することができる。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、半導体製造プロセスのエッチング方法に適用可能であり、特に気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、前記

処理室内に配置された被処理体に形成された  $\text{SiN}_x$  膜層を覆う  $\text{SiO}_2$  膜層をプラズマエッチングするエッチング方法に適用される。

## 請求の範囲

(1) 気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、前記処理室内に配置された被処理体に形成された $\text{SiN}_x$ 膜層を覆う $\text{SiO}_2$ 膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において：

- 5 前記処理ガスは、少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を含む混合ガスであることを特徴とする、エッチング方法。

(2) 気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、前記処理室内に配置された被処理体に形成された $\text{SiN}_x$ 膜層を覆う $\text{SiO}_2$ 膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において：

- 10 前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスを使用し、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第1の工程と；

前記 $\text{SiN}_x$ 膜層が露出する直前に、前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を含む混合ガスに切り替え、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第2の工程と；

- 15 を含むことを特徴とする、エッチング方法。

(3) 気密な処理室内に処理ガスを導入してプラズマ化し、前記処理室内に配置された被処理体に形成された $\text{SiN}_x$ 膜層を覆う $\text{SiO}_2$ 膜層をプラズマエッチングするエッチング方法において：

- 20 前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CO}$ を含む混合ガスを使用し、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第1の工程と；

前記 $\text{SiN}_x$ 膜層が露出した直後に、前記処理ガスとして少なくとも $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を含む混合ガスに切り替え、前記 $\text{SiO}_2$ 膜層をエッチングする第2の工程と；

を含むことを特徴とする、エッチング方法。

(4) 前記少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスの前記  $C_4F_8$  と前記  $CH_2F_2$  の流量比 ( $CH_2F_2 / C_4F_8$ ) は、実質的に 0.4 ~ 1.0 に設定されることを特徴とする、請求項 1, 2 または 3 のいずれかに記載のエッチング方法。

5 (5) 前記少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスの全圧に対する前記  $C_4F_8$  の分圧は、実質的に 0.4 (mTorr) ~ 0.8 (mTorr) に設定されることを特徴とする、請求項 1, 2 または 3 のいずれかに記載のエッチング方法。

10 (6) 前記処理室内に励起されるプラズマの密度は、実質的に  $1.5 \times 10^{10}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) ~  $1.2 \times 10^{11}$  (イオン数/cm<sup>3</sup>) に設定されることを特徴とする、請求項 1, 2 または 3 のいずれかに記載のエッチング方法。

(7) 前記被処理体は、前記処理室内に配置されたサセプタの載置面上に載置され、

15 前記サセプタの載置面の温度は、実質的に 20℃ ~ 前記  $SiO_2$  膜層のマスクパターンを構成するフォトレジスト層の耐熱温度に設定されることを特徴とする、請求項 1, 2 または 3 のいずれかに記載のエッチング方法。

20 (8) 前記少なくとも  $C_4F_8$  と  $CH_2F_2$  を含む混合ガスには、さらに不活性ガスが添加されることを特徴とする、請求項 1, 2 または 3 のいずれかに記載のエッチング方法。

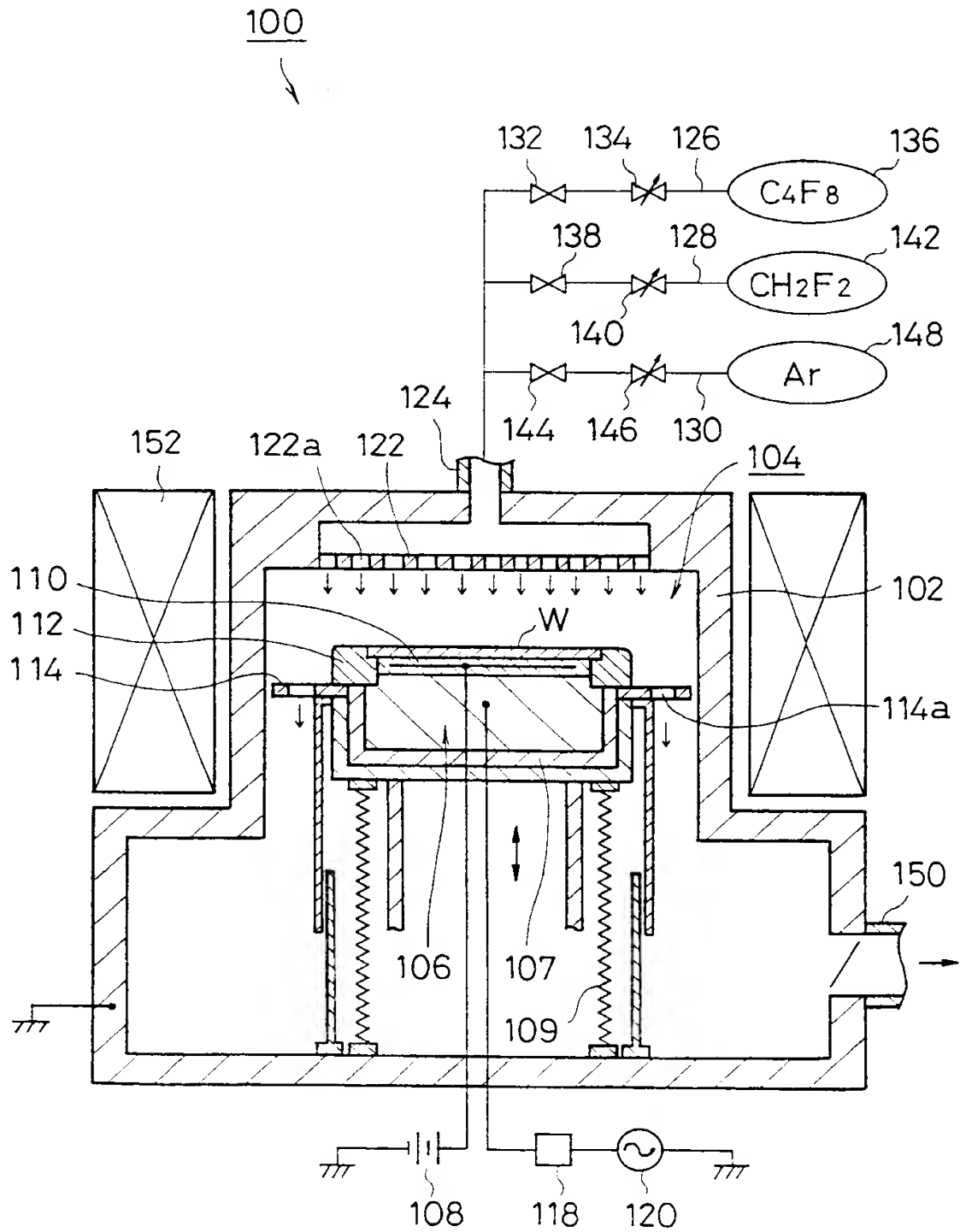
(9) 前記少なくとも  $C_4F_8$  と CO を含む混合ガスには、さらに不活性ガスが添加されることを特徴とする、請求項 2 または 3 に

記載のエッチング方法。



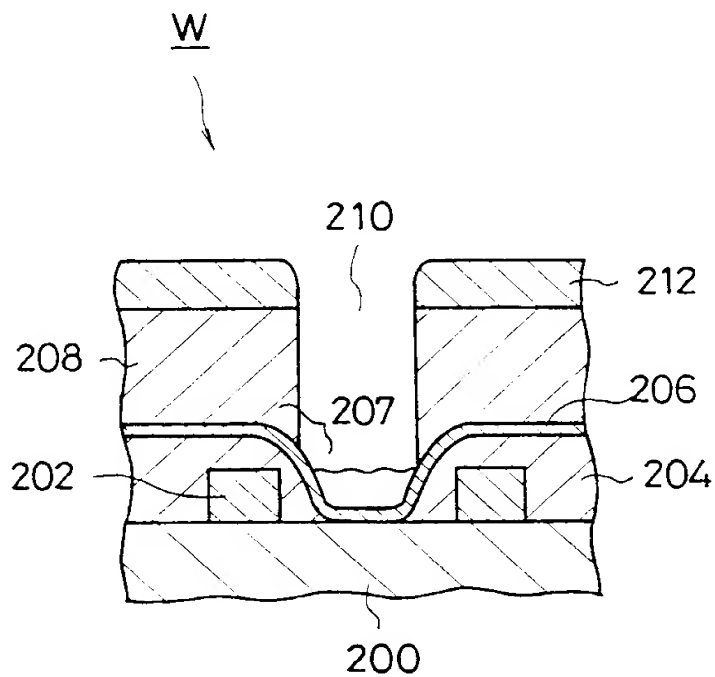


第 1 図

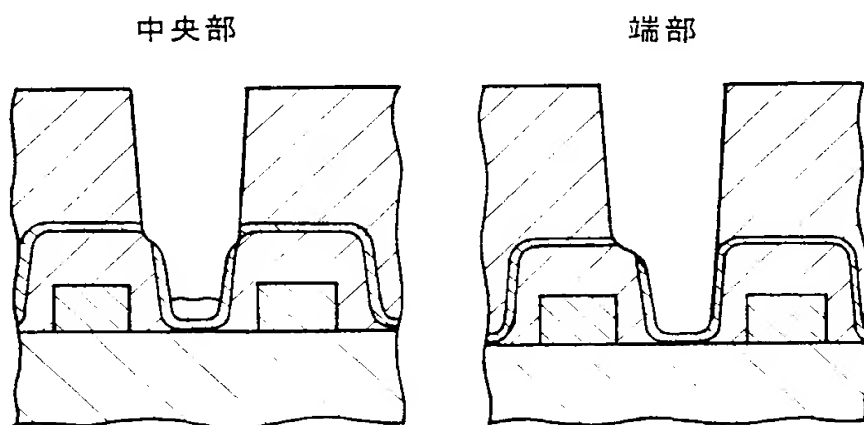




第 2 図



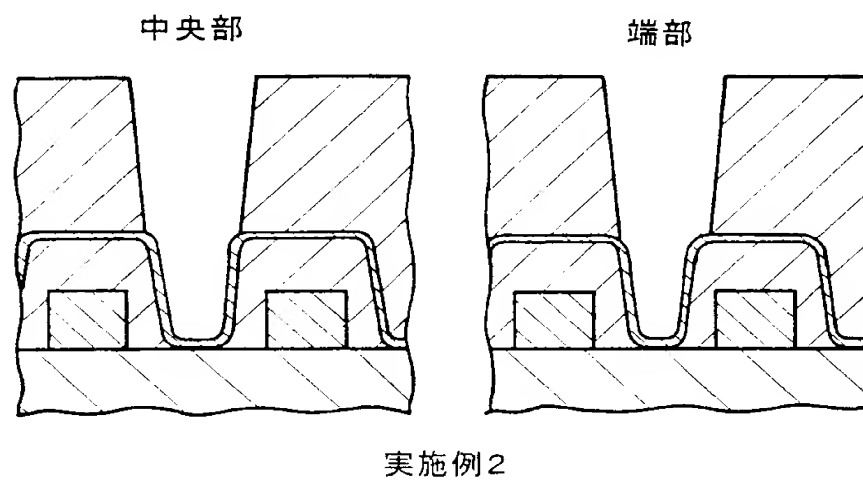
第 3 図



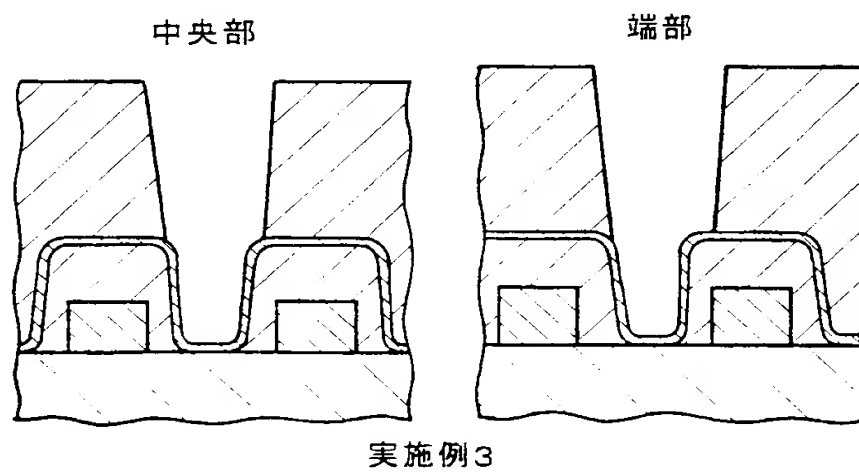
実施例 1



第 4 図

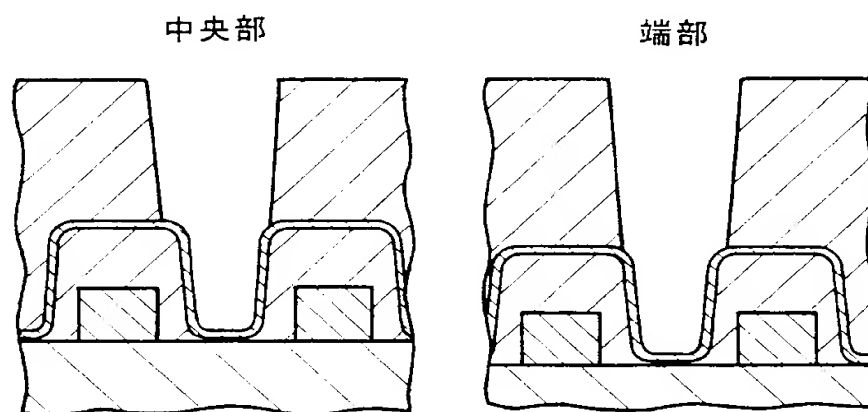


第 5 図



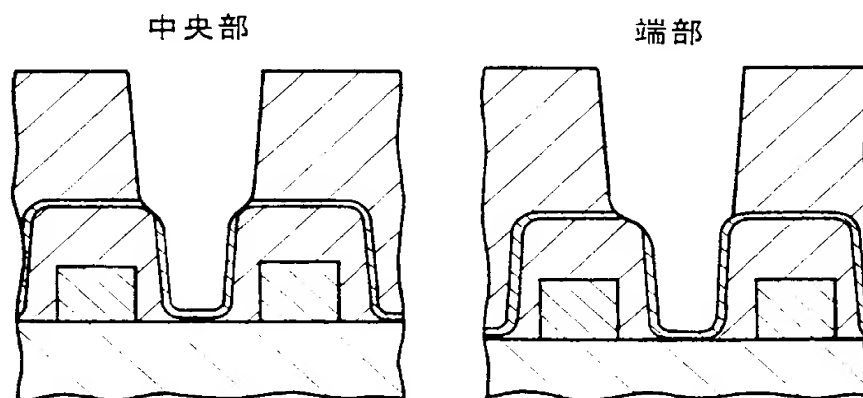


第 6 図



実施例 4

第 7 図

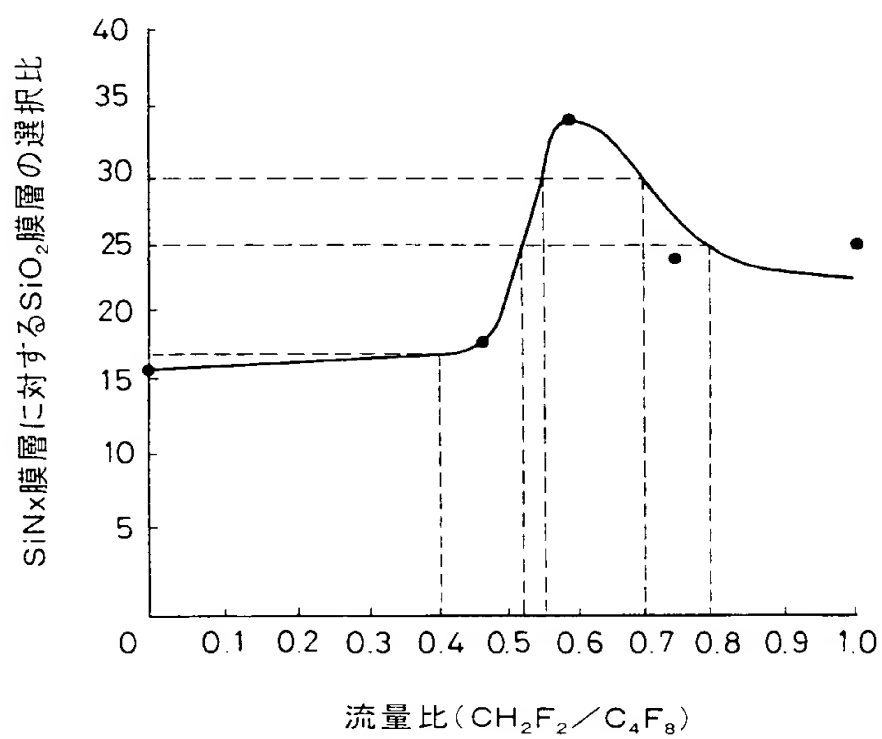


実施例 5



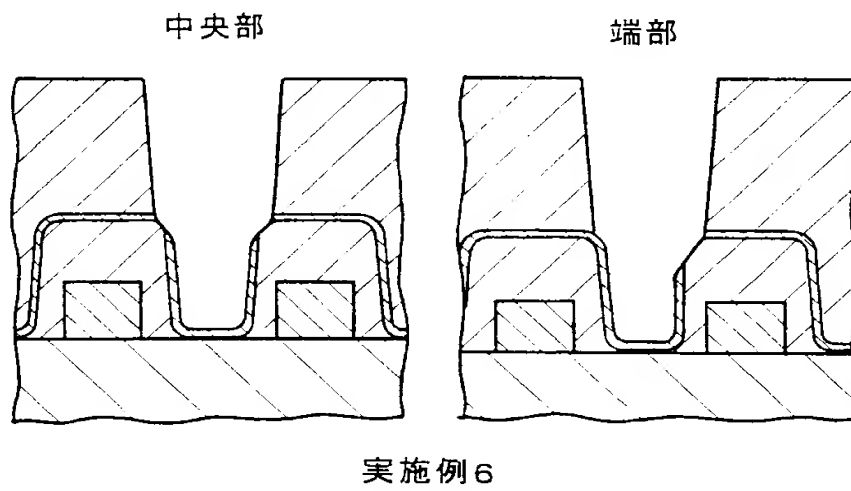


第 8 図

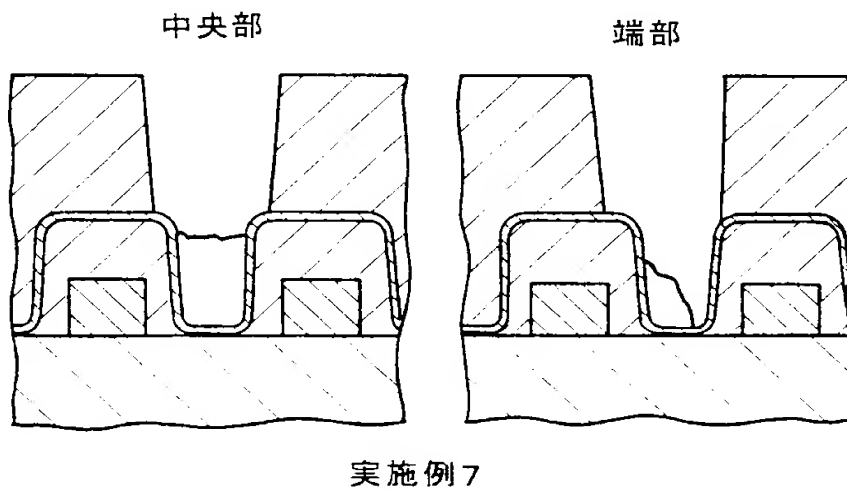




第 9 図

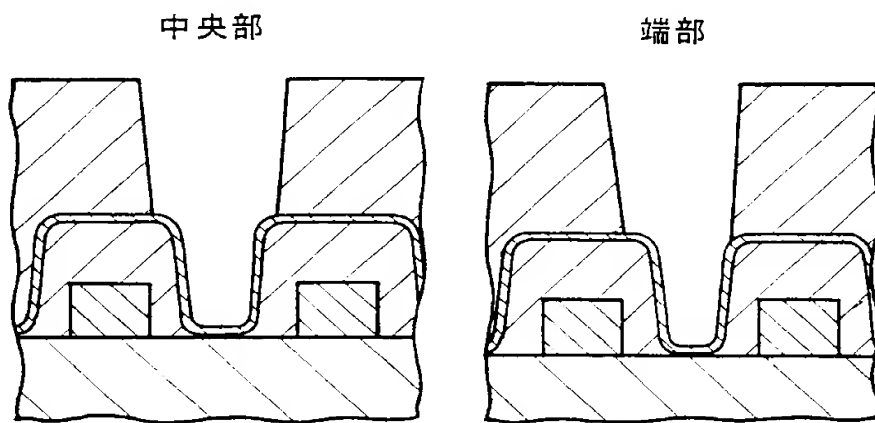


第 10 図



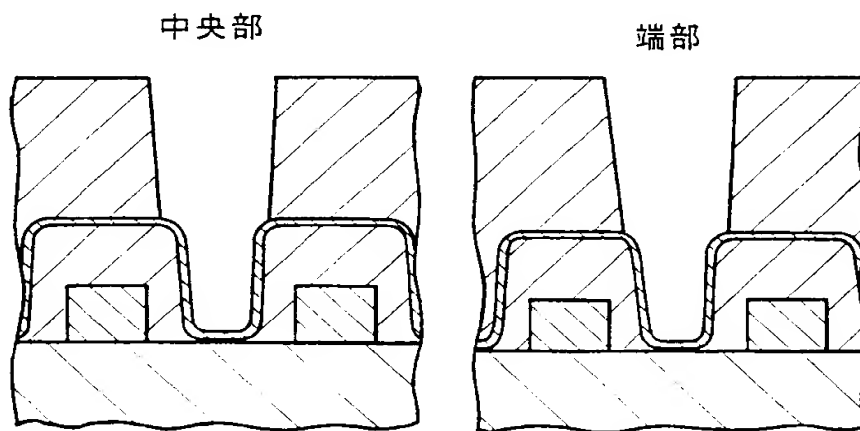


第 1 1 図



実施例 8

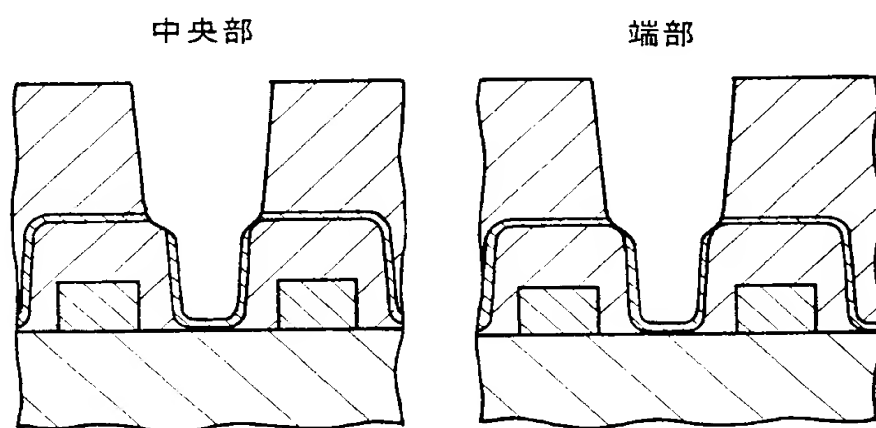
第 1 2 図



実施例 9

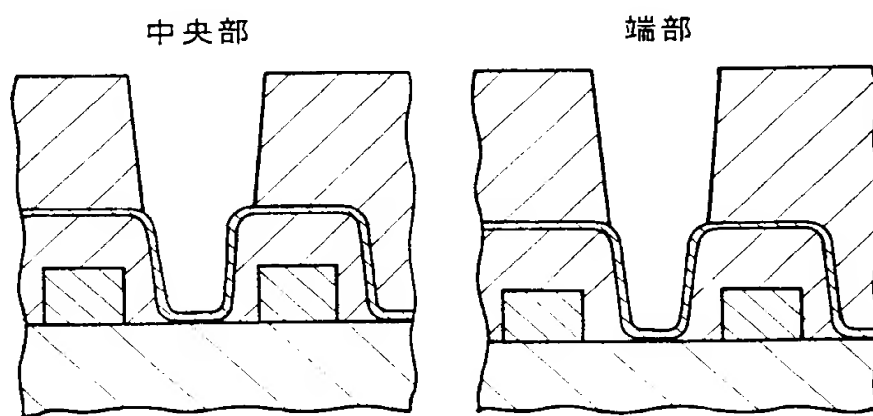


第 1 3 図



実施例 10

第 1 4 図



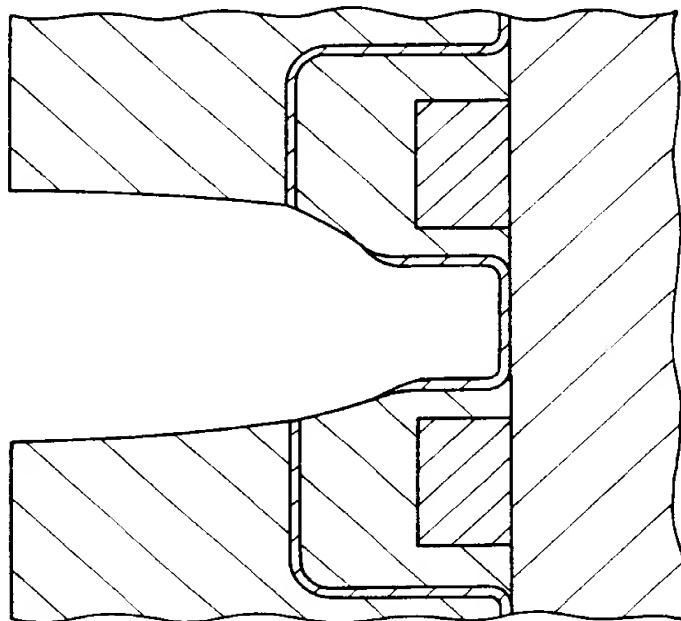
実施例 11



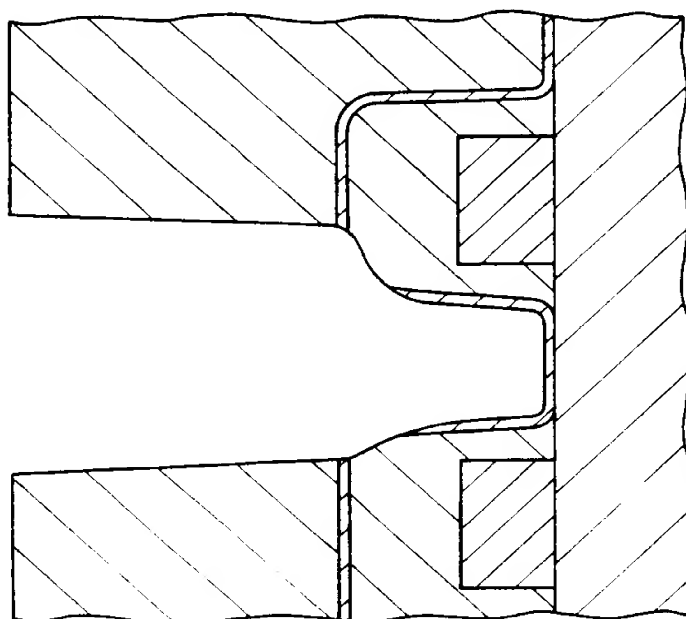


第 1 5 図

端部



中央部



従来例



10 / 10

## 符号の説明

1 0 0	エッチング装置	
1 0 4	処理室	
1 0 6	下部電極	
1 1 6	温度調整機構	
1 2 0	高周波電源	
1 2 2	上部電極	
1 2 2 a	ガス吐出孔	
1 3 4, 1 4 0, 1 4 6	流量調整バルブ	
1 3 6, 1 4 2, 1 4 8	ガス供給源	
2 0 0	S i 基板	
2 0 2	ゲート	
2 0 4	絶縁膜層	
2 0 6	S i N <sub>x</sub> 膜層	
2 0 7	肩部	
2 0 8	S i O <sub>2</sub> 膜層	
2 1 0	コンタクトホール	
W	ウェハ	

